Québec

Note de recherche forestière n° 113

Résultats de 15 ans de l'éclaircie précommerciale dans l'érablière à bouleau jaune à Duchesnay, Québec

MICHEL HUOT[1], ING.F., M.SC. ET FRANCE SAVARD, STAT., M.SC.

F.D.C. 241(047.3)(714)
L.C. SD396.5

Résumé

De 1972 à 1977, on a soumis une superficie totale de 500 ha à un traitement opérationnel d'éclaircie précommerciale, une première au Québec. Une érablière à bouleau jaune âgée de 30 ans a été éclaircie à Duchesnay et observée ensuite périodiquement. Le traitement a consisté à dégager une tige d'avenir à environ tous les 3 m, en choisissant d'abord les tiges de bonne qualité et vigoureuses, et en favorisant le choix d'essences en commençant par le bouleau jaune, l'érable à sucre, l'érable rouge puis le hêtre. Les espèces résineuses et le peuplier qui étaient présents ont été laissés sur place afin de préparer le peuplement en vue d'une intervention commerciale. L'évaluation des résultats obtenus 15 ans après traitement a montré que l'éclaircie peut réduire le taux de mortalité des tiges et donner des valeurs plus élevées d'accroissement net en surface terrière. Les résultats demeurent toutefois variables et sont discutés en tenant compte de la composition forestière et de certains aspects méthodologiques. Il a été possible d'améliorer la qualité des jeunes peuplements et de favoriser un meilleur accroissement des tiges en particulier de l'érable à sucre. Cette espèce peut profiter de l'éclaircie même à cet âge avancé, si l'on prend en compte la réaction des cimes.

Mots clés : érable à sucre, bouleau jaune, éclaircie précommerciale, amélioration de la qualité, Duchesnay.

Abstract

A sugar maple-yellow birch stand was thinned at an age of 30 years at Duchesnay. From 1972 to 1977, a total area of 500 ha has been precommercially thinned on an operational basis, the first project of this kind in Québec. The treatment aimed at selecting and releasing a crop tree distant from each other by 3 m. Tree marking prioritized trees of high quality and vigor and species in the following order : yellow birch, sugar maple, red maple and beech. Existing softwoods or aspen were also left around crop trees to secure a first commercial cut in the future. Results obtained 15 years after treatment show precommercial thinning to be effective in reducing tree mortality and thereby, increasing the net periodic basal area increment. Results still vary from one plot to another, and this is discussed in relation to variability in species composition of young stands and also to the methods being used. Stand quality could be improved as well as diameter growth and sugar maple has the ability to develop its crown even if released that late.

Keywords : Sugar maple, yellow birch, precommercial thinning, stand improvement, tree quality, Duchesnay.

Ce texte constitue le rapport final d'une étude réalisée à Duchesnay dans le cadre du programme d'aménagement intensif de l'érablière à bouleau jaune (projet 0313 415E ; étude 2B). Ce dossier correspond entièrement à l'ancien projet TP-72-3 et, à ses origines, au projet 66-X-14.

[1] Direction de la recherche forestière - Forêts Québec

Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec) G1P 3W8 Canada

Téléphone : (418) 643-7994
Télécopieur : (418) 643-2165
Courriel : rech.for@mrn.gouv.qc.ca

Introduction

La forêt feuillue jouit d'un potentiel élevé puisqu'il s'agit d'une forêt située à proximité des zones habitées du Québec. Comptant un peu plus de 23 500 km² de superficie, la couverture à dominance feuillue caractérise la petite et grande forêt privée. Cette même superficie équivaut à la moitié du couvert feuillu du territoire public québécois, en se basant sur les statistiques de 1996. Elle a longtemps été l'objet de coupes sélectives puis encore aujourd'hui, de récoltes de bois de chauffage. Pourtant, elle pourrait être aménagée plus intensivement et servir à de nombreux projets créateurs d'emploi. Ces écosystèmes peuvent être en effet aménagés pour y produire le sucre d'érable ou encore du bois d'œuvre, et conviennent aussi à de nombreuses activités récréatives. La région forestière feuillue renferme le plus grand nombre d'espèces forestières de grande valeur comme le pin blanc, les chênes, les noyers, le bouleau jaune, le cerisier tardif et divers frênes. Ces feuillus servent également d'abri et de nourriture à de nombreuses espèces animales.

La forêt feuillue constitue un ensemble d'écosystèmes les plus fortement touchés par le développement agricole, résidentiel ou industriel. Une fois la qualité ou la valeur disparue, les chances de restauration de ces peuplements diminuent d'abord parce que l'amélioration du peuplement continuera de se buter à cette absence de valeur commerciale, et ensuite, parce que la régénération naturelle peut devenir limitée ou compromise par les tiges résiduelles. La perte des espèces les plus recherchées est le nœud du problème. Un autre problème demeure la trop forte dépendance des conditions de marché. A travers son histoire au Québec, l'aménagement de la ressource forestière feuillue a souffert de l'absence de marchés pour le bois de faible qualité ou les tiges de faible dimension. Les travaux d'aménagement deviennent vite irréalisables par exemple, si ces bois dégradés ne peuvent être vendus sur le marché du bois à pâte.

Malgré une apparence feuillue, il faut toutefois déplorer l'abondance des superficies peu ou mal régénérées. L'industrie du bois d'œuvre connaît des problèmes forestiers qui ne sont pas étrangers aux mauvaises conditions de renouvellement de la forêt. Cette industrie, localisée surtout dans l'Est du Canada, utilise principalement le bouleau jaune et connaît des difficultés d'approvisionnement en billes de qualité. Dans la grande région des Grands Lacs, des chercheurs ont pu observer qu'en l'absence d'aménagement, l'espèce disparaissait rapidement après coupe même si elle s'était abondamment régénérée quelques années seulement après la récolte.

Avec ces difficultés d'aménagement bien en vue, au début des années 1970, il semblait pour le moins impératif d'augmenter l'aménagement intensif, de restaurer ou de convertir les peuplements dégradés et de réaliser ce travail d'aménagement le plus près possible des usines et de la main-d'œuvre. Si les problèmes de régénération méritaient d'être étudiés, il fallait aussi mettre en œuvre des études concernant l'éducation des peuplements feuillus. C'est à partir de ces nouveaux besoins de connaissances qu'est apparue l'étude décrite dans cette note. En constatant l'absence de données permettant de raccourcir la période de production des essences les plus désirées, les autorités ont alors décidé de donner leur appui à une première étude sur l'éclaircie précommerciale.

L'importance des superficies occupées par de jeunes peuplements de seconde venue allant en augmentant, et les connaissances pouvant favoriser l'aménagement de ces jeunes peuplements équiennes faisant localement défaut, le but de cette nouvelle étude était d'évaluer le potentiel de l'éclaircie précommerciale comme moyen d'éducation de jeunes peuplements feuillus âgés de 30 ans.

Il fallait trouver une méthode permettant de raccourcir la période nécessaire à l'obtention de bois d'œuvre feuillu. Les objectifs alors poursuivis en 1971 étaient d'améliorer la qualité du peuplement en pratiquant l'éclaircie à 30 ans et d'accélérer la croissance du bouleau jaune et de l'érable à sucre.

Revue de la littérature

L'ensemble de la littérature a été revue, en particulier celle qui existait au moment de mettre en place cette étude. Des travaux d'éclaircie des feuillus ont été rapportés en Nouvelle-Écosse (Drinkwater 1960, Lees 1983), en Ontario (Ellis 1979, Stroempl 1983, Wood et coll. 1996), et aux États-Unis (Blum et Filip 1962, McCauley et Marquis 1972, Marquis 1969, Church 1955, Downs 1946, Erdmann et coll. 1981, Voohris 1990). Certaines de ces études ont fait l'objet d'un suivi à plus long terme comme celle de Marquis (Leak et Smith 1997, Leak et Solomon 1999) et celle publiée par Stoeckeler et Arbogast en 1947 (Conover et Ralston 1959). Quelques synthèses de la littérature ont été publiées sur le dégagement (Heitzman et Nyland 1991), l'éclaircie précommerciale (Godman et Marquis 1969, Lamson et Smith 1987) et l'éclaircie commerciale (Erdmann 1987). Au Québec, des études d'éclaircie ont été rapportées par les auteurs suivants (Roberge 1975, Robitaille et coll. 1992, Pothier 1996, Zarnovican 1998) et des mesures particulières concernant le bouleau jaune ont été mentionnées (Ouellet et Zarnovican 1988, Ouellet et Zarnovican 1989). Ces études diffèrent entre elles notamment par l'âge du peuplement lors de l'intervention et par les espèces forestières observées. Cependant, elles visent pour la plupart l'acquisition de connaissances sur les effets du traitement que ce soit au regard de la croissance du diamètre, du volume, de la qualité des tiges d'avenir et du coût.

L'aménagement des feuillus donne de meilleurs résultats si l'on intervient assez tôt. La perte possible de dominance, venant des espèces de lumière comme les bouleaux (Godman et Marquis 1969), peut représenter une contrainte qui militera encore aujourd'hui, en faveur d'une intervention plus hâtive. Les travaux de Erdmann et coll. (1981), entrepris dès 1968 dans la région des Grands Lacs, démontrent bien le risque de perdre une espèce comme le bouleau jaune, si l'on ne pratique aucune éclaircie.

Ces auteurs citent des exemples propres à cette région où le bouleau jaune abondant au départ, est disparu complètement entre 10 et 20 ans. Par exemple, la détérioration des cimes du bouleau jaune (Wilson 1953, Lees 1983) ou du tilleul (Stroempl 1983) que l'on a éclaircis plus tôt démontre que les caractéristiques écologiques de chaque espèce en mélange peuvent influencer l'efficacité de l'éclaircie. Ces constatations nous amènent à une certaine prudence avec les espèces intermédiaires les plus recherchées surtout après 40-50 ans. Dans la région de l'Estrie au Québec, Roberge (1975) a aussi rapporté une faible réaction du bouleau jaune dans un peuplement éclairci pour une seconde fois à 60 ans. L'accroissement de cette espèce a été presque négligeable sur station plus sèche, où le hêtre était présent. Mais même à cet âge avancé, on note dans le cas de l'érable à sucre, que l'éclaircie est quand même un excellent moyen de stimuler la croissance du diamètre de cette espèce. La réaction de l'érable à sucre dans des peuplements de 35 à 65 ans a été significative (Ellis 1979). À Duchesnay, l'éclaircie d'une érablière âgée de 50 ans a donné après 20 ans, des gains de croissance du diamètre significatifs (Pothier 1996).

De façon générale, le plus tôt se fait l'éclaircie, et meilleure est la réaction des arbres d'avenir. Et plus le rendement pourrait être amélioré, si l'éclaircie était pratiquée par exemple, vers 10-20 ans (Trimble 1971, Gringrich 1971). En l'absence d'une éclaircie précommerciale, la date la plus tardive pour réaliser une première éclaircie se situe entre 50 et 60 ans dans le cas d'une production de bois d'œuvre, et entre 30 et 40 ans dans une production de fibre. À défaut de pouvoir réaliser une première intervention dans ces délais, il peut être préférable de laisser le peuplement à lui-même ou de planifier sa régénération à plus court terme (Trimble 1971, Gingrich 1971).

L'aménagement de peuplements feuillus peut profiter d'un régime d'éclaircies. Gingrich (1971) rapporte qu'il est possible en théorie de réduire le temps nécessaire pour produire une tige d'un diamètre donné d'au moins 50 %, si l'on opte pour une série d'éclaircies distancées de 10 à 15 ans entre elles. En plus, l'application d'une sylviculture appropriée permettait d'agir sur l'assortiment des produits en améliorant la qualité des tiges choisies. On peut cependant douter d'obtenir une réaction suffisante à partir d'une seule éclaircie, car le peuplement éclairci risque de revenir trop dense au bout de 5 à 10 années seulement (Trimble 1971, Gingrich 1971). L'âge du peuplement au moment d'intervenir est important, pour plusieurs raisons. S'il est trop jeune, le choix des sujets d'avenir est compromis. Ce n'est qu'à partir d'un âge situé entre 10 et 20 ans, que des patrons plus précis de composition apparaissent. La structure des peuplements équiens est également très variable dans l'espace. Si cet âge est trop avancé, la réaction des tiges est moindre et les espèces plus sensibles à la compétition peuvent perdre leur dominance.

En Nouvelle-Angleterre, Marquis (1969) a résumé les résultats d'une éclaircie à 25 ans en disant que l'effet du traitement sur la forme des tiges choisies ne pourra être évalué qu'avec un plus grand recul dans le temps. Dans ce cas, l'éclaircie la plus intense a augmenté de 53 % la croissance en surface terrière des tiges choisies et la croissance du diamètre, de 64 % par rapport aux tiges non éclaircies. Ces gains étaient significatifs, et de plus, seulement 5 ans après l'éclaircie, la proportion d'arbres dominants et codominants vigoureux (de 49 %) s'était améliorée pour la peine par rapport aux endroits non traités (de 27 %). Cette étude, suivie à plus long terme, confirme que les gains à venir d'une seule éclaircie, sont minimes en pratique (Leak et Smith 1997, Leak et Solomon 1998).

L'application d'un traitement visant à dégager la cime d'un nombre limité de tiges d'avenir semble être un bon compromis. Pour réussir, le coût du traitement précommercial doit demeurer compétitif. Comme la plupart des produits des premières éclaircies n'ont que peu de valeur marchande, ce coût doit être en équilibre avec les revenus éventuels du peuplement aménagé. Pour une production de bois à pâte, l'intérêt d'un traitement demeure peu attrayant (Gingrich 1971, McCauley et Marquis 1972). En produisant du bois d'œuvre, et en augmentant la valeur des produits d'avenir, on arrive à trouver la rentabilité nécessaire à l'éclaircie. Comme la productivité du traitement dépend linéairement du nombre de tiges éclaircies, une façon de réduire le coût est de concentrer l'opération sur un nombre suffisant de tiges d'avenir et de ne couper que les tiges nuisibles. Le prélèvement de tous les compétiteurs à une distance donnée de l'axe principal de la tige représente un coût plus élevé par rapport à un traitement plus sélectif, selon l'essence à favoriser (Trimble 1971).

Il est également préférable de choisir les tiges d'avenir alors qu'elles sont en feuilles car autrement, on sous-estime le degré de concurrence d'une tige. La méthode par tige d'avenir remonte à Jensen (1935) qui fut le premier à en citer quelques avantages. Cette méthode a été utilisée plus récemment par Robitaille et coll. (1992) au Québec et par Woods et coll. (1996) en Ontario. Drinkwater (1960) avait aussi utilisé cette méthode avec l'érable à sucre. L'objectif est de travailler seulement l'entourage immédiat de 275 à 300 tiges à l'hectare, en ne retenant que les tiges les mieux conformées, c'est-à-dire sans défauts apparents, non fourchées, en accordant la priorité à certaines espèces dont les conditions de cime le permettent. Plusieurs auteurs recommandent de ne pas perdre de temps avec des tiges qui n'occupent pas une position dominante ou codominante lors de l'éclaircie. Ces tiges fortement opprimées ne réagissent pas, ou encore donnent naissance à de nombreux gourmands après éclaircie (Conover et Ralston 1959), ou auront besoin de plus d'un dégagement pour gagner (et conserver par la suite) une position plus dominante (Downs 1946, Church 1955).

Les principaux effets réels escomptés peuvent se résumer à trois éléments : un taux de croissance amélioré, un temps raccourci de production et une plus grande valeur ajoutée. La plupart des études recensées mentionnent des gains significatifs de croissance du diamètre pour l'érable à sucre et le bouleau jaune à la suite d'une éclaircie. Pour la croissance en hauteur, des résultats parfois différents ont été notés mais en général, elle peut être affectée négativement par une éclaircie intense. L'étude de 600 tiges d'érable à sucre effectuée par Downs (1946) est la première à indiquer un gain significatif de croissance en hauteur pour la plupart des tiges de vigueur moyenne situées dans l'étage des codominants ou des intermédiaires. Les érables vigoureux des étages dominants et codominants n'ont pas été affectés par l'éclaircie. Pour certaines espèces intermédiaires comme le chêne rouge (Miller 1999), ou des espèces d'ombre comme l'érable à sucre, une tige d'un étage subordonné pourrait donc profiter de l'ouverture momentanée du couvert en tentant de joindre l'étage supérieur. Toutefois, la réaction absolue demeure plus intéressante avec les individus dominants. En choisissant des individus mieux développés et plus vigoureux, qui sont souvent dans les plus gros diamètres, on peut aussi améliorer la probabilité de survie des tiges retenues (Trimble 1971).

Marquis (1969) est arrivé à conclure qu'un régime d'éclaircies débutant assez tôt, et répété de façon régulière au cours de la vie du peuplement, pourrait produire du bouleau jaune de 45 cm de diamètre environ 50 ans plus tôt que de laisser faire la nature. Dans sa revue de la littérature, Erdmann (1987) arrive aussi à une telle conclusion. Dégager périodiquement la cime des tiges d'avenir permettrait de produire du bouleau jaune qualité déroulage d'au moins 45 cm en moins de 90 ans, alors qu'il faut 150 ans à la nature.

Nous avons peu de connaissances permettant de quantifier l'augmentation de la valeur monétaire d'un peuplement à la suite de quelques éclaircies. L'information sur les gains de volumes de produits utiles fait défaut dans plusieurs des études répertoriées. Conover et Ralston (1959) ont étudié séparément les tiges d'avenir et le peuplement au complet à l'aide d'une douzaine de placettes établies en carré latin. Après 16 ans, l'éclaircie a permis de doubler le volume marchand par rapport au témoin. Le volume total n'est pas sacrifié après 20 ans car avec ses 135-140 m³/ha, il a presque rejoint celui du peuplement témoin après 16 ans, soit 155 m³/ha. Les tiges d'avenir occupent 80 % du volume total dans l'éclaircie la plus forte et 60 % dans l'éclaicie légère alors qu'elles ne comptent pour 47 % dans le témoin. Cette augmentation de la partie la plus recherchée d'un peuplement ne peut qu'engendrer une augmentation tangible de la valeur financière des bois sur pied.

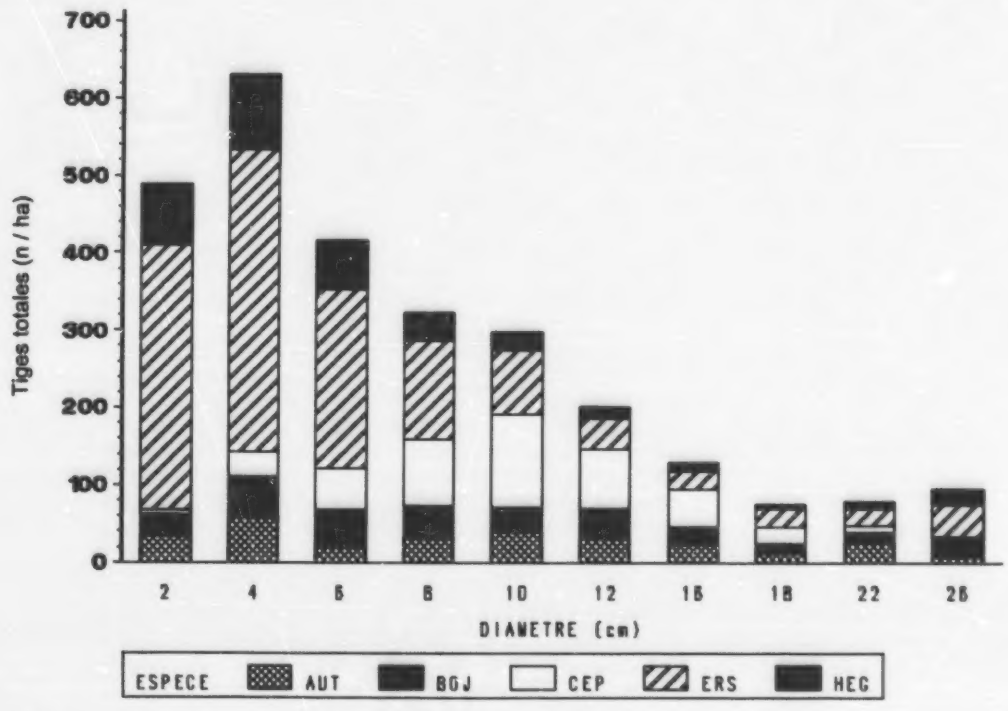


Figure 1. Composition du peuplement d'origine dans 20 places éclaircies.

Matériel

Le secteur étudié est situé dans la Station forestière de Duchesnay, à environ 40 km au nord-ouest de la ville de Québec. Cette forêt se trouve à la limite sud de la section forestière laurentienne (région L-4a de Rowe [1972]), dans le domaine de l'érablière à bouleau jaune. Ces massifs forestiers dominés par les feuillus font aussi partie du sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune et hêtre et plus précisément de la région écologique des moyennes Laurentides et de la Mauricie (THIBAULT 1985). Le sol est constitué de podzols reposant sur des tills et des tills minces où le drainage peut varier de rapide à modéré.

Les jeunes peuplements qui font l'objet de la présente étude sont situés sur le pourtour du lac Saint-Joseph et recouvrent au total une superficie de 464 ha. Lors de la confection du plan d'aménagement de la station forestière, on avait noté que des jeunes érablières âgées de 30 ou 50 ans représentaient 8 % de la surface productive de l'endroit (OUELLET *et al.* 1972). Ces peuplements ont pour origine des coupes totales dont les bois ont servi à la production de charbon de bois. De 1938 à 1945, une vingtaine de fours à charbon de bois ont été en opération autour du lac Saint-Joseph. Une carte de localisation de ces fours a déjà été présentée dans le plan d'aménagement de la station forestière (OUELLET *et al.* 1972). À quelques endroits, on avait donné l'ordre de laisser un certain nombre de tiges de bouleaux jaunes comme semenciers. Ces tiges, d'un diamètre moyen de près de 20 cm, étaient donc laissées sur pied. Ce nombre de tiges était de 5 à 10 à l'ha mais a pu être supérieur à partir de la mi-pente en allant jusqu'au sommet (CRCHA, comm. pers.). À ces endroits, le pourcentage de couverture des vétérans laissés sur pied a pu atteindre 50 %, créant ainsi des conditions plus favorables à la régénération naturelle. Les bois récoltés ont été débardés à l'aide de fardiers, c'est-à-dire une sorte de véhicule en bois muni de roues métalliques et se déplacant sur des rails d'acier ; le tout, tiré par des chevaux, pouvait transporter une charge d'au moins 4 m^3.

Au bout de quelques années, le parterre de coupe a été colonisé par le framboisier et ensuite, une forte population de cerisier de Pennsylvanie. Ces espèces pionnières ont réagi significativement à une plus grande luminosité et aux éléments nutritifs devenus disponibles. Bien qu'on dispose de quelques données avant la coupe, entre autres recueillies aux fins d'un inventaire d'aménagement (ROBITAILLE 1971) ou provenant d'un inventaire avant traitement de 20 placettes, ces informations ne peuvent fournir qu'une certaine indication ponctuelle de la densité et de la composition du jeune peuplement à cette époque. Le dhp des tiges avait alors été mesuré au compas forestier et la délimitation des parcelles sur le terrain avait été faite assez sommairement, selon des observations consignées par Lise ROBITAILLE.

Sur la base de 20 parcelles éventuellement retenues pour l'éclaircie, voici une description du jeune peuplement. La densité du peuplement est au total de 2 700 tiges à l'hectare dont 875 tiges ont atteint une dimension marchande, c'est-à-dire 9 cm et plus de dhp. L'érable à sucre (ERS) domine, avec 48 % de la densité totale, suivi du cerisier de Pennsylvanie (CEP) avec 17 % du total et des autres espèces comme le hêtre à grandes feuilles (HEG) puis le bouleau jaune (BOJ) avec respectivement 13 et 11 % du total, le reste (AUT) étant constitué d'espèces résineuses (sapin baumier, épinette rouge, pruche) et de peuplier, d'érable rouge et autres espèces reconnues comme non commerciales (sorbier d'Amérique, érable de Pennsylvanie) (figure 1).

D'autres données inédites, recueillies dans le même endroit au lac Saint-Joseph, montrent que l'érable à sucre peut occuper jusqu'à 65 % du total même si la plupart des tiges demeurent dans un étage subordonné. La densité totale peut alors atteindre 4 500 tiges à l'hectare et le bouleau jaune peut dépasser une moyenne de 500 tiges. La densité de cette espèce demeure très variable sur le terrain. Dans les meilleurs cas, soit dans des conditions de milieu les plus favorables à sa régénération, la composition du jeune peuplement prend parfois l'allure d'une bétulaie jaune presque pure sous lequel l'érable à sucre est bien installé mais peu développé. La densité maximum rencontrée est de 1 500 bouleaux jaunes à l'hectare, dont 300 ont atteint des dimensions marchandes, ce qui est amplement suffisant pour la production future de bois de qualité. Mais le bouleau jaune peut aussi s'être mal régénéré ou avoir perdu sa dominance avant d'arriver à 30 ans. Il a fallu ici composer avec d'autres espèces comme le bouleau à papier, l'érable à sucre, l'érable rouge et le hêtre afin de combler la différence. Ces données d'avant la coupe correspondent bien à celles de peuplements d'âge semblable et représentatifs de la région feuillue du Québec (Jacques MARTEL, comm. pers.).

Méthodes

En 1972, 1973, 1974, 1975 et 1977, on a soumis une superficie totale de 500 ha à un traitement opérationnel d'éclaircie précommerciale. Le peuplement, issu d'une coupe totale entre 1938 et 1945, était âgé de 30 ans au moment du traitement.

Le traitement d'éclaircie a consisté à dégager une tige d'avenir à environ tous les 3 m. Ce dégagement s'est fait d'abord en martelant progressivement le peuplement pour choisir les meilleurs individus, puis en annelant les tiges qui nuisaient aux arbres à conserver qu'on prit soin de marquer à la peinture. Dans le choix des tiges, la qualité, la vigueur et la forme de chaque arbre comptaient et, pour des raisons économiques, le bouleau jaune était choisi en priorité, suivi de l'érable à sucre, de l'érable rouge puis du hêtre. L'annelage débutait d'abord par les vétérans et se pousuivait sur le cerisier de Pennsylvanie afin que ces espèces plus compétitives évitent de nuire au développement des tiges d'avenir souvent mieux conformées. L'équipe affectée aux travaux a aussi pris soin de conserver des espèces résineuses et du peuplier dans le but de les récolter lors d'une première éclaircie commerciale, également prévue dans cette stratégie d'aménagement.

Dans la moitié sud du secteur traité en 1972, on a éclairci une seconde fois à l'automne 1977, le peuplement alors âgé de 35 ans. Cette seconde éclaircie consistait à marquer à la peinture un arbre d'avenir tous les 6 m (280 tiges/ha) et à le dégager ensuite en coupant, dans un rayon de 2 m autour de son axe principal, tous les arbres dépassant au moins la moitié de sa hauteur sauf les peupliers faux-trembles, le sapin et l'épinette éventuellement présents.

Activités de mesurage dendrométrique

De 1972 à 1977, on a établi au total 52 places d'étude permanentes de 0,08 ha (soit 20,12 m sur 40,23 m) dont 20 places témoins. Autour de ces témoins, on a conservé une bande de protection de 10 m. La première mesure a été prise à 30 ans, la seconde à 35 ans, la troisième à 40 ans, la quatrième à 45 ans et enfin la cinquième à 50 ans.

Dans chacune des 52 places permanentes, on a d'abord numéroté à la peinture tous les arbres de 9,1 cm et plus de dhp, qu'on a mesurés à l'aide d'un galon circonférenciel ; on a ensuite noté l'étage de même que la classe de qualité selon les normes de l'inventaire forestier (A, B, C ou D) (Québec 1975). On a aussi mesuré la hauteur de 10 arbres de l'étage des dominants ou codominants au moment de la mesure 1 et de la mesure 3. Dans la moitié nord-ouest de chaque place, on a ensuite dénombré les gaules par essence et classe de dhp de 2 cm. On a aussi établi quatre quadrats de régénération de 2 m sur 2 m afin d'y noter la présence des semis par essence. Est comptabilisée dans la régénération, toute tige de moins de 1,0 cm de dhp.

Analyse statistique des données

Les données ont été initialement saisies en collaboration avec le Service de l'inventaire forestier du Ministère. Elles ont été validées dans leur ensemble à l'été 1997, avec la collaboration de l'équipe de biométrie. Certaines places ont dû être éliminées puisqu'elles avaient été établies en haut de pente et dans des conditions peu représentatives du peuplement étudié. Trois places (49 à 52) dont les mesures avaient été abandonnées en cours de projet ont été éliminées. Il reste donc un total de 48 places permanentes pour évaluer les effets de l'éclaircie sur le peuplement et sur les tiges individuelles.

Dans la présente étude, les placettes sont situées sur un vaste territoire divisé en grands blocs. Malheureusement, ces blocs ont presque tous été traités à une époque différente, ce qui rend très difficile la distinction entre un effet attribué aux blocs et un effet attribué à l'année d'application du traitement d'éclaircie. Par exemple, la variation pourrait être le fait d'un climat particulier à une saison lequel pourrait influer sur les résultats de croissance. De plus, les conditions de terrain étant d'une grande variabilité, il est probable que les placettes d'un même bloc soient peu homogènes entre elles, ce qui est alors contraire à la définition même d'un bloc qui doit être établi dans des conditions de peuplement les plus homogènes possible. Il a donc été convenu que ces blocs ne seraient pas pris en compte lors des analyses statistiques car ils ne permettaient pas vraiment de contrôler la variabilité occasionnée par la localisation géographique des placettes du bloc. L'âge du peuplement au moment de l'éclaircie semblait avoir peu d'impact sur la croissance des arbres. Il a été alors décidé de prendre en compte la variabilité causée par les différentes compositions des peuplements inventoriés. Pour les analyses statistiques de cette étude, les mesures prises un an après l'éclaircie sont appelées données initiales, mais nous demeurons conscients qu'elles ne reflètent pas nécessairement la situation avant le traitement. Nous avons pris cette décision en l'absence de données plus précises sur le peuplement d'origine. Les analyses, rappelons-le, demeurent avant tout une présentation descriptive des principaux résultats, compte tenu des limites ou contraintes du dispositif et du traitement lui-même.

Classification des places d'étude par l'analyse de groupes

Dans un premier temps, une analyse de classification utilisant la méthode de Ward (procédure *CLUSTER* de *SAS*) a été effectuée afin de regrouper les placettes ayant une composition semblable. Puisque le bouleau jaune et l'érable à sucre sont les principales espèces d'intérêt dans cette étude, on a utilisé ces deux espèces en proportion de l'ensemble des tiges de chacune des placettes afin de former des groupes. Cette analyse a permis de classer les 48 placettes en trois groupes.

Afin de vérifier si ces groupes étaient bien distincts les uns des autres en regard de la composition, les pourcentages du nombre total de tiges d'érable à sucre (ERS), de bouleau jaune (BOJ) et des autres espèces (AUT) ont été comptabilisés pour chacun des groupes et comparés entre les trois groupes.

Regroupement des places d'étude selon l'intensité de l'éclaircie

L'intensité du traitement d'éclaircie est très variable d'une placette traitée à une autre. Afin de réduire cette variabilité, trois groupes d'intensité différente ont été formés à partir des 24 placettes ayant reçu une éclaircie. Ces groupes comprennent les placettes fortement, moyennement et faiblement éclaircies c'est-à-dire les placettes dont la surface terrière totale mesurée un an après l'application du traitement est respectivement inférieure ou égale à 15 m^2/ha, entre 15 et 20 m^2/ha et supérieure ou égale à 20 m^2/ha.

Calcul de l'accroissement

Les accroissements bruts et nets en surface terrière (m^2/ha) ont été calculés pour chaque placette pour la période située entre 1 et 10 ans après l'éclaircie. L'accroissement brut de la surface terrière est le résultat de l'addition de l'accroissement en surface terrière des tiges survivantes

et de la surface terrière des recrues. Pour l'accroissement net de la même période, la surface terrière des tiges mortes est soustraite de l'accroissement brut en surface terrière.

Résultats

Regroupement des placettes par une analyse de classification

Les résultats présentés au tableau 1 montrent, entre autres, que le pourcentage d'érable à sucre dans le groupe 2 est significativement supérieur au même pourcentage des groupes 1 et 3. Pour ce qui est du bouleau jaune, il est plus important dans le groupe 3, le premier groupe ou groupe 1 étant composé principalement des espèces autres que le bouleau jaune et l'érable à sucre. Puisqu'on retrouve une espèce principale dans chacun des groupes ainsi formés par l'analyse de classification, on peut donc affirmer que les groupes représentent finalement trois compositions différentes d'érablière.

Même s'ils ont le même âge, ces jeunes peuplements ont une certaine variabilité en particulier dans leur exposition autour du lac Saint-Joseph. La composition peut varier après coupe et représenter un patron influencé par le phénomène de dispersion des semences propre à chacune des espèces. Il peut aussi dépendre de la préparation du terrain soit le bouleversement du sol qui a accompagné les opérations de coupe , au moment même de la coupe à blanc. Mais d'autres éléments peuvent aussi servir à montrer un ensemble d'interactions complexes entre le couvert d'arbres et le développement du sous-étage (Roberts 1992), lorsque des espèces différentes se retrouvent en mélange. Le cerisier de Pennsylvanie peut dans certains cas influencer la survie et le développement des espèces qui lui succèdent (Heitzman et Nyland 1994). La présence d'espèces d'ombre (en particulier le hêtre et l'érable à sucre) sous le peuplier, peut empêcher le recrutement d'espèces de lumière, tel le bouleau jaune (Roberts 1992). Le traitement de jeunes peuplements équiennes est compliqué par le fait que des variations spatiales existent même avec des peuplements peu étendus (Leak 1999). Et le prélèvement d'une portion du peuplement, d'abord constitué de peuplier et de bouleau à papier, risque d'être fait alors que les espèces de succession comme le bouleau jaune et l'érable à sucre, sont mal distribuées ou absentes en sous-étage.

Les trois groupes représentent une façon d'évaluer la variabilité de la composition forestière. Même s'ils sont distincts sur le plan statistique, il faut définir leur signification sur le plan sylvicole. Ces groupes peuvent être interprétés comme suit : le groupe 3 le plus fort en bouleau jaune, peut représenter celui où le potentiel de production de bois d'œuvre est à son meilleur, compte tenu de la possibilité de le favoriser par rapport à l'érable à sucre. On pourra donc atteindre une proportion intéressante de bouleau jaune de l'ordre de 40 à 50 %. Et le hêtre étant relativement absent, cela constitue une station valable pour l'érable et le bouleau jaune. Le groupe 2 représente un jeune peuplement où une régénération d'érable prédomine sur celle du bouleau jaune. Le potentiel de développement des espèces intermédiaires y serait certainement plus restreint. Quant au premier groupe, constitué d'espèces différentes du bouleau jaune et de l'érable à sucre, ce pourrait être un peuplement beaucoup plus dominé par un couvert d'espèces pionnières telles le peuplier et le cerisier.

Accroissement de la surface terrière

Éclaircie par rapport au témoin

Dans une première analyse, les quatre placettes ayant reçu une double éclaircie ont été exclues parce qu'elles étaient toutes situées dans le même bloc et n'étaient donc pas représentatives de l'ensemble du territoire. Un test de Student a ensuite comparé les moyennes d'accroissement net des placettes témoins et éclaircies pour les périodes de 1 à 5 ans, 5 à 10 ans et 10 à 15 ans après le traitement. Un test semblable a de nouveau été réalisé séparément pour chacun des groupes formés par la classification afin d'étudier l'effet de la composition du peuplement sur les résultats.

Les résultats contenus dans le tableau 2 montrent que, dans tous les cas, l'accroissement net en surface terrière est supérieur dans les placettes éclaircies. Lorsqu'on considère toutes les placettes sans prendre en compte la composition du peuplement, cette différence entre les deux moyennes est significative, au seuil théorique de 5 %, pour toutes les périodes étudiées. Toutefois, si l'on fait l'analyse par groupe, les moyennes ne sont significativement différentes que pour les peuplements composés principalement d'érable à sucre (groupe 2) pour les périodes situées entre 1 et 5 ans de même qu'entre 10 et 15 ans après l'application du traitement d'éclaircie. Notons que la première période étudiée couvre quatre années alors que les autres périodes en couvrent cinq.

Les résultats obtenus traduisent indirectement l'effet plus important de la mortalité lorsqu'il n'y a pas d'éclaircie. La figure 2 montre que la mortalité exprimée en surface terrière sur une période de 10 ans peut varier d'une placette à une autre. La mortalité moyenne est cependant plus élevée en l'absence d'éclaircie, ce qui diminue de façon significative la valeur d'accroissement net. En examinant la fréquence de distribution cumulative de cette variable mortalité, nous pouvons affirmer que 75 % des places témoins ont une mortalité dépassant 3 m^2/ha sur 10 ans contre seulement 15 % des places pour le groupe des places éclaircies. Le traitement permet donc de réduire de façon importante la mortalité naturelle au cours de la période d'observation. Ce résultat peut aider à trouver des pistes de solution avec une espèce comme l'érable à sucre, qui peut souffrir de mortalité lorsque le peuplement est trop dense. Ce faisant, les tiges du peuplement traité peuvent être maintenues dans un état vigoureux, surtout si l'on répète ce traitement à quelques reprises.

Tableau 1. Caractéristiques des trois groupes formés par l'analyse de classification

		Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Global
Nombre de placettes (n)		16	20	12	48
Nombre de tiges par placette (tiges/ha)	**Moyenne**	86,25 (5,86)	58 (3,82)	66,58 (4,15)	69,56 (3,21)
	Minimum	52	34	39	34
	Maximum	146	93	88	146
Surface terrière par placette (m^2/ha)	**Moyenne**	17,44 (1,26)	18,07 (0,86)	18,54 (1,39)	17,98 (0,64)
	Minimum	4,68	11,44	11,2	4,68
	Maximum	23,03	25,21	27,09	27,09
% du nombre total de tiges	**ERS**	26,64 (0,024) **a**	57,42 (0,029) **b**	19,84 (0,034) **a**	37,77 (0,030)
	BOJ	13,10 (0,019) **a**	16,44 (0,020) **a**	42,57 (0,023) **b**	21,86 (0,021)
	AUT	60,26 (0,028) **a**	26,14 (0,025) **b**	37,59 (0,036) **c**	40,38 (0,027)
% de la surface terrière totale	**ERS**	20,11 (0,036) **a**	50,86 (0,048) **b**	17,58 (0,034) **a**	32,29 (0,033)
	BOJ	13,42 (0,024) **a**	21,44 (0,036) **a**	51,73 (0,048) **b**	26,34 (0,030)
	AUT	66,47 (0,038) **a**	27,70 (0,029) **b**	30,69 (0,033) **b**	41,37 (0,032)

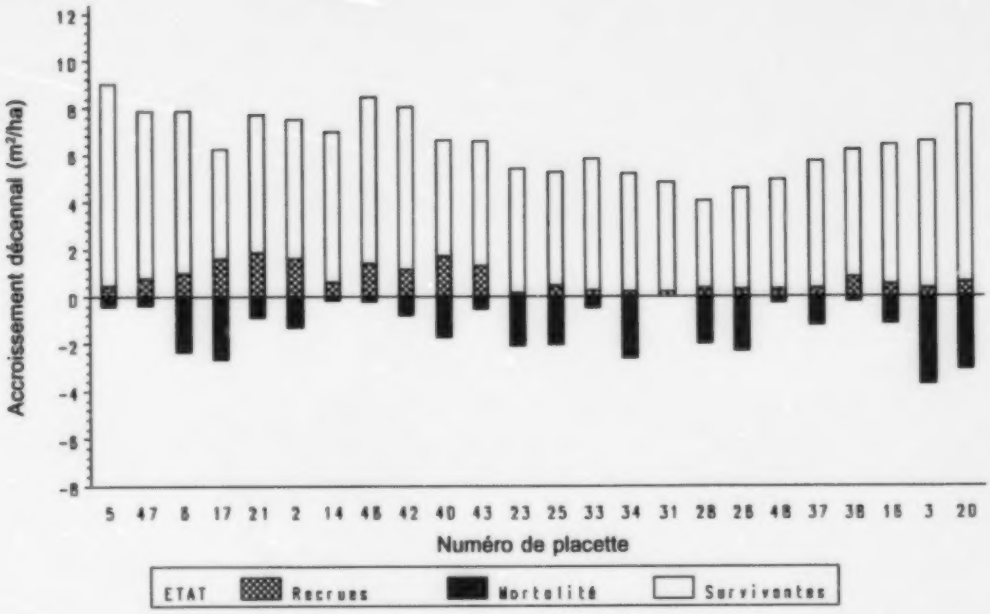
Les valeurs entre parenthèses correspondent aux erreurs-types. Les moyennes d'une même ligne suivies d'une lettre identique ne sont pas statistiquement différentes au seuil α = 0,05 d'après le test LSD de Fisher.

Tableau 2. Comparaison des accroissements nets en surface terrière (m^2/ha) entre les placettes témoins et éclaircies

	Témoin		Éclaircie	
	N	Accroissement net moyen par placette	N	Accroissement net moyen par placette
De 1 à 5 ans après le traitement				
Global	20	1,4879 (0,307) **a**	24	2,8280 (0,204) **b**
Groupe 1 (AUT)	10	1,4915 (0,551) **a**	4	3,4318 (0,354) **a**
Groupe 2 (ERS)	7	1,5706 (0,382) **a**	13	2,9113 (0,286) **b**
Groupe 3 (BOJ)	3	1,2827 (0,614) **a**	7	2,3282 (0,431) **a**
De 5 à 10 ans après le traitement				
Global	20	1,5124 (0,282) **a**	24	2,3291 (0,249) **b**
Groupe 1 (AUT)	10	1,8108 (0,404) **a**	4	2,8777 (0,828) **a**
Groupe 2 (ERS)	7	1,6909 (0,265) **a**	13	2,3023 (0,331) **a**
Groupe 3 (BOJ)	3	0,1018 (0,963) **a**	7	2,0655 (0,247) **a**
De 10 à 15 ans après le traitement				
Global	20	1,3408 (0,248) **a**	24	2,3258 (0,183) **b**
Groupe 1 (AUT)	10	1,1416 (0,467) **a**	4	2,3340 (0,431) **a**
Groupe 2 (ERS)	7	1,4124 (0,249) **a**	13	2,3783 (0,410) **b**
Groupe 3 (BOJ)	3	1,8377 (0,110) **a**	7	2,2237 (0,395) **a**

Les valeurs entre parenthèses correspondent aux erreurs-types. Les moyennes d'une même ligne suivies d'une lettre identique ne sont pas statistiquement différentes au seuil α = 0,05 d'après le test LSD de Fisher.

2 a



2 b

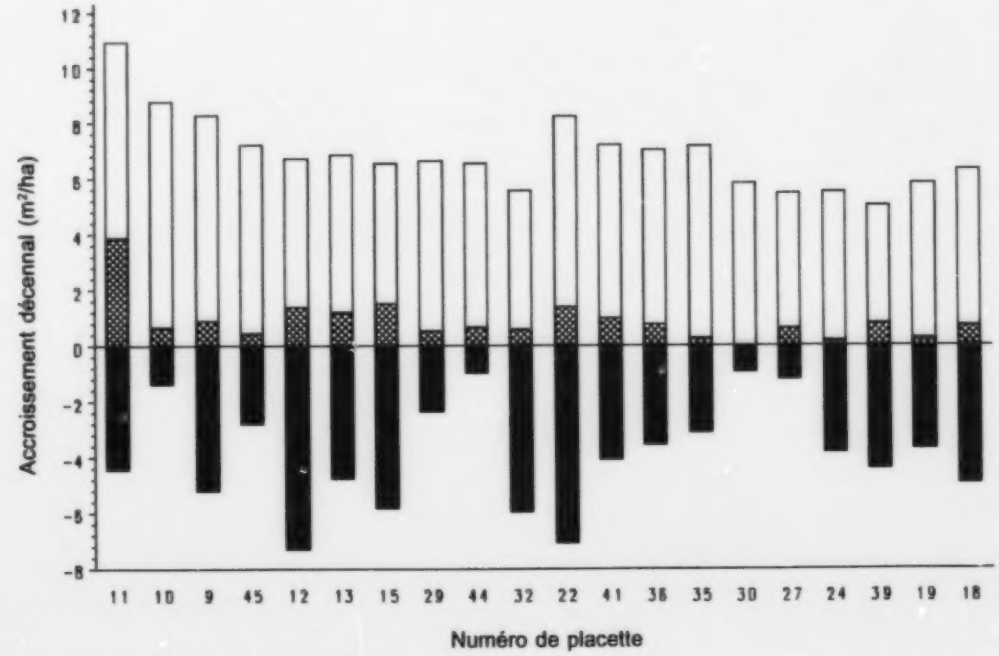


Figure 2. Production brute des places d'étude : a) éclaircies ; b) témoins.

Double éclaircie par rapport à l'éclaircie simple et au témoin

Étant donné que les placettes qui ont reçu une double éclaircie sont toutes situées dans le même bloc, nous n'avons retenu que les 12 placettes de ce bloc pour cette analyse afin d'atténuer l'effet du terrain. Pour les périodes étudiées, une analyse de variance a comparé les moyennes d'accroissement net des placettes éclaircies deux fois, éclaircies une fois et témoins. L'analyse n'a pas été réalisée par groupe compte tenu du petit nombre de placettes dans chacun des groupes.

Les résultats du tableau 3 montrent que la moyenne d'accroissement net en surface terrière va en croissant des placettes témoins aux placettes doublement éclaircies et ce, pour les trois périodes. Ces moyennes ne sont toutefois pas différentes de façon significative. Notons que pour la première période (entre 1 et 5 ans), les placettes qui font partie de la catégorie double éclaircie n'ont pas encore été éclaircies deux fois puisque cette seconde éclaircie n'a eu lieu que 5 ans après le premier traitement. Ainsi, à cette étape, les catégories éclaircie et double éclaircie contiennent toutes les deux des placettes n'ayant encore reçu qu'un seul traitement d'éclaircie : il n'est donc pas surprenant de retrouver des moyennes très semblables (3,305 et 3,344 m²/ha) dans ces deux catégories pour la première période. Le gain attribuable à une seule éclaircie représente 67 % de plus que le témoin, entre 1 et 5 ans, et 238 % de plus pour la période située entre 10 et 15 ans.

Accroissement du diamètre moyen des tiges

Éclaircie par rapport au témoin

On peut noter qu'à la première mesure, les dhp moyens des tiges éclaircies sont supérieurs à ceux des tiges témoins pour le bouleau jaune (BOJ), l'érable à sucre (ERS) et le hêtre (HEG) contrairement aux autres espèces (AUT) chez lesquelles on remarque plutôt le phénomène inverse. Ceci peut être dû soit à des différences qui existaient avant l'application du traitement au niveau du dhp moyen entre les tiges témoins et éclaircies ou encore au traitement d'éclaircie qui a permis d'éliminer les petites tiges et par le fait même d'augmenter le dhp moyen par tige des placettes éclaircies. Les moyennes non présentées montrent également que ces différences de dhp existant entre les deux traitements restent à peu près les mêmes pour chacune des mesures subséquentes, ce qui laisse croire que l'évolution du dhp moyen est semblable pour les tiges témoins et éclaircies.

Double éclaircie par rapport à l'éclaircie simple et au témoin

La même analyse a été effectuée avec les 12 placettes du bloc contenant les placettes doublement éclaircies afin de comparer l'évolution du dhp moyen des tiges témoins, éclaircies et doublement éclaircies. Le tableau 4 nous indique que, pour toutes les espèces, le dhp initial moyen des tiges éclaircies est supérieur à celui des tiges témoins et le dhp initial moyen des tiges témoins est souvent lui-même supérieur à celui des tiges doublement éclaircies. On peut observer qu'en général, l'accroissement du dhp moyen est de plus en plus élevé des placettes témoins aux placettes doublement éclaircies. L'accroissement en dhp des tiges doublement éclaircies se distingue de celui des tiges provenant des deux autres traitements, surtout l'érable à sucre et le hêtre. Il est bon de rappeler qu'au moment de la prise des mesures 1 et 2, les tiges provenant des placettes doublement éclaircies n'avaient reçu qu'une seule éclaircie. Ainsi, seules les mesures 3 et 4 doivent être retenues dans la comparaison du dhp des tiges doublement éclaircies et celui des tiges témoins et éclaircies.

Étant donné que pour cette analyse, le nombre de placettes (4) est le même pour les trois traitements, on peut comparer le nombre total de tiges survivantes. On aurait pu s'attendre à ce que le nombre de tiges diminue avec l'intensité de l'éclaircie mais ça ne semble pas tout à fait être le cas puisqu'il y a presque autant de tiges dans les quatre placettes éclaircies et les quatre placettes doublement éclaircies que dans les quatre placettes témoins. On observe toutefois que les placettes doublement éclaircies contiennent moins de tiges survivantes d'érable à sucre que les autres placettes.

Tableau 3. Comparaison des accroissements nets en surface terrière (m²/ha) entre les placettes témoins, éclaircies et doublement éclaircies

Période	Témoin		Éclaircie		Double éclaircie	
	N	Accroissement net moyen par placette	N	Accroissement net moyen par placette	N	Accroissement net moyen par placette
Entre 1 et 5 ans	4	1,975 (1,13) a	4	3,305 (0,32) a	4	3,344 (0,72) a
Entre 5 et 10 ans	4	2,124 (0,72) a	4	2,509 (0,95) a	4	2,909 (0,38) a
Entre 10 et 15 ans	4	1,074 (1,11) a	4	2,562 (0,32) a	4	2,812 (0,26) a

Les valeurs entre parenthèses correspondent aux erreurs-types. Les moyennes d'une même ligne suivies d'une lettre identique ne sont pas statistiquement différentes au seuil α= 0,05 d'après le test *LSD* de Fisher.

Tableau 4. Évolution dans le temps du dhp moyen (mm) des tiges survivantes selon le traitement et l'espèce

Traitement	Essence	N	Mesure 1 (1 an)	Mesure 2 (5 ans)	Mesure 3 (10 ans)	Mesure 4 (15 ans)
Témoin	BOJ	34	151,24 (9,45)	173,06 (10,48)	194,38 (11,34)	210,09 (12,43)
	ERS	66	143,06 (5,98)	160,77 (6,46)	173,39 (6,81)	182,48 (7,20)
	HEG	52	147,62 (10,36)	164,42 (11,02)	180,44 (11,61)	196,04 (11,97)
	AUT	41	139,32 (5,76)	159,78 (6,24)	178,88 (6,90)	192,95 (7,77)
Éclaircie	BOJ	41	157,90 (8,21)	181,76 (8,62)	203,66 (9,35)	221,83 (9,92)
	ERS	61	155,49 (8,93)	174,80 (9,48)	189,18 (10,07)	200,62 (10,51)
	HEG	33	230,58 (18,68)	248,27 (19,44)	266,82 (19,96)	282,15 (20,51)
	AUT	39	149,95 (6,54)	168,15 (7,34)	184,72 (8,28)	197,31 (9,27)
Double éclaircie	BOJ	37	141,46 (8,58)	168,00 (8,73)	191,86 (9,31)	211,51 (10,32)
	ERS	24	137,42 (12,40)	162,75 (13,04)	183,58 (13,72)	199,67 (13,92)
	HEG	29	138,31 (12,28)	167,14 (12,44)	193,86 (12,71)	214,86 (13,20)
	AUT	40	141,53 (7,23)	165,05 (8,19)	185,73 (9,29)	201,53 (10,68)

Les valeurs entre parenthèses correspondent aux erreurs-types.

Taux d'accroissement en dhp en fonction du dhp initial

Éclaircie par rapport au témoin

Pour chaque tige survivante 15 ans après le traitement, le pourcentage d'accroissement en dhp a été calculé en soustrayant le dhp initial du dhp après 15 ans puis, en divisant le tout par le dhp initial. Rappelons que ce qu'on appelle les données initiales sont les valeurs obtenues un an après le traitement. Tout d'abord, une régression linéaire du pourcentage d'accroissement en dhp en fonction du dhp initial a été réalisée sur les moyennes par placette et ce, séparément pour les placettes éclaircies et témoins. La régression nous permet de constater que plus le dhp initial des tiges est élevé, plus l'accroissement en dhp des placettes éclaircies est supérieur à celui des placettes témoins.

Qualité des tiges

Éclaircie par rapport au témoin

Les tiges provenant des 48 placettes de l'étude ont été retenues et un test du khi deux a été réalisé afin de déterminer s'il existe une relation entre la qualité de ces tiges et le type de traitement. Ce test a d'abord été effectué sur les tiges de bouleau jaune (BOJ) et d'érable à sucre (ERS) puis, séparément pour chacune des deux espèces.

Les proportions de tiges ont été calculées pour chaque combinaison de traitement et de qualité de tiges. Les tests ne montrent aucune association entre le traitement et la qualité des tiges que ce soit un an ou 15 ans après l'application du traitement. Il semble donc que, peu importe le traitement, la qualité des tiges est semblable et évolue dans le temps sensiblement de la même façon. Il est bon de mentionner que l'utilisation des valeurs par tige ne nous donne aucune information sur les placettes et peut, par le fait même, masquer l'existence d'une certaine variabilité entre les proportions des placettes d'un même traitement.

Double éclaircie par rapport à l'éclaircie simple et au témoin

Cette analyse est semblable à l'analyse précédente, sauf qu'elle a été réalisée uniquement sur les tiges provenant des 12 placettes situées dans le bloc dont une partie a reçu une double éclaircie. Les résultats présentés dans le tableau 5 montrent qu'il existe une relation entre le type de traitement et la qualité des tiges pour le bouleau jaune de même que pour le bouleau jaune et l'érable à sucre confondus. Dans ces deux cas particuliers, il semble donc qu'initialement, c'est-à-dire un an après l'application du traitement, les tiges provenant des placettes doublement éclaircies étaient de meilleure qualité que celles situées dans les placettes témoins et éclaircies une seule fois. En effet, la proportion de tiges de mauvaise qualité (D) des placettes doublement éclaircies est peu élevée comparativement aux deux autres traitements. Par contre, la qualité initiale des tiges d'érable à sucre était semblable pour les trois traitements.

Pour toutes les espèces étudiées, les résultats du tableau 6 montrent que, 15 ans après le traitement, il existe une proportion plus forte de tiges de bonne qualité dans les placettes ayant été éclaircies deux fois par rapport à celles éclaircies une fois et aux témoins. Pour le bouleau jaune, l'évolution de la qualité des tiges dans le temps est semblable pour les trois types de traitement puisque la relation entre le traitement et la qualité est presque la même

Tableau 5. Proportions de tiges dans les éclaircies et dans les témoins dans chaque catégorie de qualité un an après le traitement

Essence	Traitement	N	Qualité des tiges 1 an après le traitement (%) A	B	C	D	Seuil observé (p)
BOJ	Double éclaircie	48	70,83	12,50	12,50	4,17	0,035
	Éclaircie	54	68,52	7,41	7,41	16,67	
	Témoin	42	42,86	21,43	19,05	16,67	
ERS	Double éclaircie	26	50,00	26,92	11,54	11,54	0,615
	Éclaircie	62	41,94	19,35	9,68	29,03	
	Témoin	77	38,96	28,57	7,79	24,68	
BOJ + ERS	Double éclaircie	74	63,51	17,57	12,16	6,76	0,006
	Éclaircie	116	54,31	13,79	8,62	23,28	
	Témoin	119	40,34	26,05	11,76	21,85	

Tableau 6. Proportions de tiges dans les éclaircies et dans les témoins dans chaque catégorie de qualité 15 ans après le traitement

Essence	Traitement	N	Qualité 15 ans après le traitement (%) A	B	C	D	Seuil observé (p)
BOJ	Double éclaircie	47	59,57	25,53	6,38	8,51	0,007
	Éclaircie	47	31,91	23,40	17,02	27,66	
	Témoin	43	25,58	27,91	25,58	20,93	
ERS	Double éclaircie	66	46,97	37,88	9,09	6,06	0,025
	Éclaircie	92	25,00	39,13	18,48	17,39	
	Témoin	92	32,61	45,65	8,70	13,04	
BOJ + ERS	Double éclaircie	113	52,21	32,74	7,96	7,08	0,001
	Éclaircie	139	27,34	33,81	17,99	20,86	
	Témoin	135	30,37	40,00	14,07	15,56	

que ce soit un an ou 15 ans après le traitement. Pour ce qui est de l'érable à sucre, les résultats nous montrent qu'avec le temps, la qualité des tiges dans les placettes doublement éclaircies tend à se distinguer et à devenir supérieure à celle des placettes témoins et éclaircies une seule fois.

Regroupement des placettes selon l'intensité de l'éclaircie

Une régression linéaire entre le pourcentage d'accroissement en dhp 15 ans après le traitement et le dhp initial a été effectuée sur les tiges témoins et celles provenant des trois différentes intensités d'éclaircie (cf. : méthode, p. 6).

Plus l'éclaircie est intense, plus le pourcentage d'accroissement en dhp est élevé pour les petites tiges. Pour les grosses tiges, la relation est inverse puisque ce sont celles provenant des placettes les moins éclaircies qui montrent le plus grand pourcentage d'accroissement en dhp.

Notons qu'à la première mesure, la surface terrière totale de certaines placettes du groupe témoin était inférieure à celle de placettes légèrement éclaircies. Ceci explique donc pourquoi les tiges des témoins semblent se comporter comme si elles provenaient de placettes plus fortement éclaircies que les tiges provenant de placettes légèrement éclaircies.

Relation entre la hauteur et le dhp

Une régression a été réalisée entre la hauteur et le dhp mesurés 15 ans après l'application du traitement pour les tiges survivantes d'érable à sucre. La relation entre la hauteur et le dhp est très semblable pour les tiges d'érable à sucre provenant des placettes témoins et éclaircies. Cette analyse n'a pas été réalisée pour les placettes doublement éclaircies en raison du nombre insuffisant de tiges survivantes dans ces placettes.

Relation entre la largeur de cime et le dhp initial

Afin de bien compléter l'analyse de cette étude, des mesures de la largeur de cime ont été prises 25 ans après l'application du traitement sur 50 tiges de bouleau jaune et d'érable à sucre dont 24 provenaient de placettes témoins et 26 de placettes éclaircies. Pour chaque traitement, une régression linéaire a été effectuée entre la largeur de cime et le dhp initial des tiges et ce, séparément pour les deux espèces. La largeur de cime des érables à sucre provenant de placettes éclaircies est plus élevée que celle des tiges provenant des placettes témoins.

Recrutement et régénération

On peut noter l'établissement du hêtre à grandes feuilles dans l'étage inférieur des érablières doublement éclaircies et d'autres essences comme l'érable rouge et l'érable de Pennsylvanie. L'effet de l'éclaircie sur les différentes espèces a été étudié sur les gaules. La régénération des hêtres est largement favorisée dans les placettes éclaircies et ce, 10 à 15 ans après l'application du traitement. Au cours des 15 années qui ont suivi l'application du traitement, il y a eu apparition de certaines gaules qui ont atteint un dhp de 9 cm et qu'on appelle tiges recrues. Parmi celles-ci, on a calculé, pour chacune des 48 placettes, le pourcentage de celles de bouleau jaune, d'érable à sucre et de hêtre. L'examen de ces valeurs nous indique que la proportion de recrues de chaque espèce est semblable pour les trois traitements. Toutefois, en prenant en compte la composition des gaules, il y a une tendance de recrutement d'espèces d'ombre.

Discussion

Un inconvénient majeur des études réalisées en forêt naturelle est la présence d'une très grande variabilité entre les différentes tiges étudiées. Malheureusement, cette variabilité est difficilement contrôlable. On doit alors tenter d'en tenir compte dans les analyses ainsi que dans les conclusions. Dans la présente étude, on a pu remarquer qu'au moment de la première mesure, les placettes témoins et éclaircies étaient différentes, notamment au point de vue du dhp des tiges et de la composition du peuplement, et que ces différences pouvaient avoir un impact sur les résultats obtenus.

L'analyse des données nous a permis de constater que, toutes essences confondues, l'accroissement en surface terrière est significativement supérieur dans les placettes éclaircies par rapport aux placettes témoins. Cependant, les analyses réalisées séparément pour chaque type de peuplement ont montré un accroissement en surface terrière plus élevé dans les placettes éclaircies mais, dans la majeure partie des cas, de façon non significative. Il semble donc qu'une bonne partie des différences observées entre les deux traitements puisse être attribuable à la composition du peuplement.

Puisque la surface terrière est calculée à partir du dhp, les résultats précédents pourraient nous laisser croire que l'accroissement en dhp est plus important dans les placettes éclaircies que dans les placettes témoins. Toutefois, ce n'est pas le cas puisque les résultats obtenus nous ont montré un accroissement en dhp semblable pour les deux traitements. Comment alors expliquer que l'accroissement en surface terrière est supérieur dans les placettes éclaircies mais pas l'accroissement en dhp ? La raison de ce phénomène est que la relation entre la surface terrière et le dhp est du second degré et que le dhp initial des tiges éclaircies était supérieur à celui des tiges témoins. Ces deux choses combinées font en sorte que pour un même accroissement en dhp dans les deux traitements, on observe un accroissement en surface terrière supérieur dans les placettes éclaircies. Dans ce cas-ci, on peut donc conclure que ce qui nous semblait au départ un effet du traitement d'éclaircie sur la surface terrière n'est peut-être dû qu'à une différence existant entre les deux traitements au niveau du dhp initial des tiges (mesuré un an après le traitement).

D'autres analyses ont montré un accroissement en surface terrière supérieur, mais de façon non significative, dans les placettes doublement éclaircies par rapport aux placettes témoins et éclaircies. Ceci signifie que, même si l'on observe ce phénomène dans la présente étude, il est probable qu'une autre étude semblable ne conduirait pas nécessairement aux mêmes conclusions. On a vu précédemment que le dhp initial des tiges doublement éclaircies est inférieur à celui des tiges des autres traitements alors que ce n'est pas ce phénomène qui a pu causer un accroissement en surface terrière supérieur dans les placettes doublement éclaircies. Il semble donc que le traitement de double éclaircie ait permis une croissance plus rapide du dhp des tiges et, par le fait même, un accroissement en surface terrière supérieur à celui des autres traitements. Les résultats du tableau 4 montrent bien que l'accroissement en dhp est supérieur dans les placettes doublement éclaircies et ce, surtout pour l'érable à sucre et le hêtre. Notons tout de même que le gain en surface terrière obtenu par l'éclaircie simple par rapport au témoin est plus élevé que le gain de la double éclaircie par rapport à la simple éclaircie.

En ce qui a trait au pourcentage d'accroissement en dhp, l'effet du traitement d'éclaircie est plus fort sur les tiges d'espèces autres que le bouleau jaune et l'érable à sucre et plus particulièrement sur les tiges de fortes dimensions. On a également remarqué que le pourcentage d'accroissement en dhp des tiges doublement éclaircies est nettement supérieur à celui des autres traitements pour les petites tiges alors que c'est le phénomène inverse pour les grosses tiges.

La méthode utilisée, soit un dégagement dans un rayon de 2 m autour de l'axe principal de la tige, peut avoir contribué à dégager suffisamment la cime des érables à sucre. Dans le cas du bouleau jaune, situé dans l'étage des dominants et codominants, le rayon utilisé peut avoir été inférieur à la largeur moyenne de la cime au moment du traitement et ceci peut expliquer, du moins en partie, les résultats moindres. Le fait de laisser un peuplier ou un résineux a pu augmenter la compétition sur un certain nombre de tiges d'avenir. Pour le cerisier de Pennsylvanie, sa disparition naturelle de l'érablière fait partie d'un processus naturel de mortalité de l'essence. Le fait d'éliminer surtout une espèce en déclin, par rapport à d'autres plus compétitives, a aussi amoindri les résultats obtenus. Sur un plan plus économique, il n'apparaît pas justifié dans la littérature d'intervenir tous les 5 ans. De même, il semble peu profitable de réaliser une seule éclaircie. En revanche, la littérature conseille un régime d'éclaircies légères mais fréquentes.

La qualité des tiges d'érable à sucre dans les placettes doublement éclaircies tend à se distinguer dans le temps pour devenir supérieure à celle des deux autres traitements. L'analyse statistique nous a également permis de conclure que pour les tiges dont le dhp est inférieur à environ 400 mm, plus l'éclaircie est intense plus le pourcentage d'accroissement en dhp est élevé. On remarque cependant l'inverse pour les autres tiges. Pour ce qui est de la relation entre la hauteur et le dhp, elle est assez semblable pour les tiges des témoins et des éclaircies.

Finalement, les tiges des éclaircies montrent une largeur de cime supérieure à celle des tiges témoins, plus particulièrement les tiges d'érable à sucre. L'étude des gaules nous a montré que le traitement d'une seule éclaircie a tendance à favoriser la régénération des hêtres 10 à 15 ans après l'application du traitement. Parmi les recrues apparues au cours des 15 années qui ont suivi l'application du traitement, la proportion de bouleau jaune, d'érable à sucre et de hêtre était semblable entre les traitements. Puisque les gaules se transforment en recrues, leur étude nous permet en toute logique de supposer qu'éventuellement la proportion de recrues de hêtre sera supérieure à celle des autres espèces.

En résumé, l'ensemble des analyses semble indiquer que l'application d'une seule éclaircie apporte une certaine augmentation de la croissance des tiges, en particulier pour l'érable à sucre (groupe 2). On note également une croissance supérieure des tiges ayant reçu une double éclaircie, plus particulièrement les tiges de faibles dimensions. Des tiges d'érable à sucre, même intermédiaires, pourraient donc profiter de l'éclaircie par le phénomène du recrutement. L'un des problèmes vécus à ce niveau, en particulier dans des jeunes forêts feuillues à structure équienne, est que l'érable peut être absent ou distribué de façon trop sporadique (Leak 1999). La présence d'un sous-étage d'espèces d'ombre peut aussi nuire à l'établissement et au recrutement d'espèces de lumière (Roberts 1992).

Cette étude comporte d'importantes lacunes notamment au point de vue de la méthodologie et de la prise de données. En effet, les placettes témoins n'étaient pas présentes sur tout le territoire ce qui nous a obligés à éliminer les placettes traitées par fertilisant. De plus, les placettes doublement éclaircies étaient toutes situées dans le même bloc alors qu'elles auraient dues être réparties sur tout le territoire. De plus, la première mesure a été prise un an après l'application du traitement, ce qui ne nous donne aucune information sur la situation avant le traitement. Ces problèmes font que dans la majorité des cas, il est difficile de conclure avec certitude sur l'effet des traitements en raison de toute la variabilité qui n'a pas été contrôlée et de l'ignorance des conditions initiales avant l'éclaircie. L'application d'un traitement autour de l'axe principal d'une tige peut être une façon d'enlever les tiges de compétition, mais il demeure difficile d'évaluer l'intensité de dégagement subie par une tige d'avenir, comme l'a noté Miller (1999) ou d'assurer que sa cime est réellement dégagée sur plus de deux côtés.

Conclusion et recommandations

Il reste encore divers aspects qui n'ont pas été couverts par cette étude mais qui mériteraient d'être pris en compte à l'avenir. Malgré les lacunes soulevées dans le rapport, la cime de l'érable à sucre a réagi à un plus grand espace de croissance, malgré l'âge avancé des peuplements au moment du traitement (de 30 à 35 ans). Il faudrait tirer profit de ce potentiel, quel que soit l'objectif de production de nos érablières.

Le fait de laisser des tiges de résineux et de peupliers, à l'intérieur même du rayon de 2 m mesuré à partir du tronc de la tige d'avenir a amoindri les résultats de croissance. Également, en supposant qu'une bonne partie des cimes des tiges qui étaient dominantes ou codominantes en 1972 avaient déjà dépassé un diamètre de 4 m, il est probable que certaines de ces tiges n'ont ainsi subi qu'un effet minime de l'éclaircie. Or, l'espace additionnel de croissance doit surtout s'exercer sur les tiges les plus dominantes et vigoureuses et non sur les tiges supprimées ou intermédiaires, afin de donner de meilleurs accroissements. Cette dernière condition doit donc être obtenue pour une production accrue des espèces feuillues.

Des gaules de hêtre peuvent s'installer dans une érablière éclaircie. Cependant, les conséquences de cette recrudescence du hêtre particulièrement à l'étape ultérieure de la régénération du peuplement demeurent actuellement méconnues.

La localisation des placettes pourrait être améliorée sur le terrain, en particulier en répartissant les témoins et les places éclaircies plus près les unes des autres. Cette répartition aurait été souhaitable, compte tenu de la variabilité des peuplements (densité, composition) et des années différentes de l'éclaircie. Certaines connaissances, dont la valeur monétaire probable des tiges produites naturellement ou à l'aide de l'éclaircie, font actuellement défaut au Québec. Les retombées économiques et les bénéfices et autres avantages par rapport au coût de l'amélioration de la qualité d'un peuplement devraient être mieux connus.

Le réseau de placettes permanentes du dispositif établi sur le pourtour du lac Saint-Joseph pourrait être réutilisé. Une nouvelle intervention, commerciale celle-là, pourrait être planifiée afin d'enlever certaines espèces dominantes comme le peuplier et poursuivre le travail d'amélioration déjà amorcé dans ces érablières. Les 20 placettes témoins du dispositif d'origine pourraient alors être réutilisées. La mise en place d'une nouvelle éclaircie de type commercial pourrait miser sur l'établissement de placettes dans lesquelles la cime de chacune des tiges d'avenir serait véritablement placée dans un contexte de liberté de croissance pour une autre période minimale de 10 ans.

L'éclaircie précommerciale pourrait être davantage appliquée aux peuplements feuillus compte tenu des possibilités de production plus élevées de tiges de qualité bois d'œuvre. La prudence exige de mieux connaître son coût et son efficacité et de la pratiquer en choisissant les stations les plus favorables à la croissance du bouleau jaune et de l'érable à sucre. Une intervention hâtive est encore la meilleure approche puisqu'elle permet d'obtenir la meilleure réaction des cimes à l'éclaircie en plus de pouvoir exercer un certain contrôle sur la composition à venir de l'érablière.

L'endroit pourrait servir à la démonstration de l'aménagement équienne de jeunes peuplements feuillus. Il existe actuellement un besoin pressant de faire connaître la sylviculture au public (Hannah 1999). La possibilité d'aménager les feuillus afin d'assurer une production de bouleau jaune et d'érable à sucre de qualité bois d'œuvre pourrait y être démontrée. Des vestiges de fours à bois, véritables artéfacts culturels, pourraient servir à mettre en valeur ce côté récréo-touristique unique à la foresterie de Portneuf.

*

Remerciements

Cette étude d'éclaircie a vu le jour grâce aux efforts de Mme Lise Robitaille, ing.f., qui commençait alors, en 1970, sa carrière de recherches en sylviculture des feuillus. Je désire lui exprimer ici toute ma gratitude en reconnaissant ses efforts continus dans le domaine et l'héritage particulier de connaissances qu'elle nous a laissées à son décès survenu en mai 1993.

Parmi les nombreux collaborateurs de ce travail, je tiens à remercier particulièrement les organismes et personnes suivantes : le personnel de l'unité de gestion Portneuf-Duchesnay pour leur aide au moment du martelage et aussi leur supervision d'une équipe de 16 bûcherons ; le personnel de la Direction de la recherche forestière (DRF) en particulier, Jolène Lemieux, Louis Faucher, Daniel Guimond et Lise Gagné. Je désire souligner l'excellente collaboration du personnel de la section de biométrie de la DRF qui a été consulté tout au long du projet. Enfin, je remercie sincèrement MM. Jean-Claude Ruel, Richard Zarnovican, Steve Bédard, Jean Fleury et Jacques Martel qui ont aimablement révisé une version préliminaire du texte. Sylvie Bourassa et Pierre Bélanger ont réalisé le travail de mise en pages et d'édition.

*

Figure 3. Bouleau jaune mesuré par Lise Robitaille en 1987. L'arbre (tige numéro 27) de la place d'étude numéro 8 a subi une éclaircie en 1972 et en 1977, et est passé de 18 à 26 cm au dhp en 15 ans.

Bibliographie

BLUM, B.M. et S.M. FILIP, 1962. *A weeding in ten-year-old northern hardwoods- methods and time requirements*. U.S. Dept. Agric., Forest Service, Northeastern For. Exp. Stn., Research note NE-135.

CHURCH, T.W., 1955. *Weeding : an effective treatment for stimulating growth of northern hardwoods*. J. For. 53 : 717-719.

CONOVER, D.F. et R.A. RALSTON, 1959. *Results of crop-tree thinning and pruning in northern hardwood saplings after nineteen years*. J. Forestry : 551-557.

DOWNS, A.A., 1946. *Response to release of sugar maple, white oak, yellow poplar*. J. For. 44 : 22-27.

DRINKWATER, M.H., 1960. *Crown release of young sugar maple*. Can. Dept. of North. Affairs and National Res., For. Branch, Forest Research Division. Technical note No. 89.

ELLIS, R.C., 1979. *Response of crop trees of sugar maple, white ash, and black cherry to release and fertilization*. Can. J. For. Res. 9 : 179-188.

ERDMANN, G.G., R.M. PETERSON et R.M. GODMAN, 1981. *Cleaning yellow birch seedling stands to increase survival, growth, and crown development*. Can. J. For. Res. 11 : 62-68.

ERDMANN, G.G. 1987. *Methods of commercial thinning in even-aged northern hardwood stands*. In : Managing Northern Hardwoods. Proceedings of a Silvicultural Symposium, 23-25 June 1986, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, New York. p. 191-210.

GINGRICH, S.F., 1971. *Management of young and intermediate stands of upland hardwoods*. U.S. Dept. Agric., Forest Service, Northeastern For. Exp. Stn., Research Paper NE-195.

GODMAN, R.M. et David M. MARQUIS, 1969. *Thinning and pruning in young birch stands*. In : Birch Symposium Proceedings, USDA For. Serv., Northeastern Forest Exp. Station. p. 119-127.

HANNAH, P.R., 1999. *Silviculture research needs in the Northeast – a survey of foresters*. NJAF 16 : 120-121.

HEITZMAN, E. et R.D. NYLAND, 1991. *Cleaning and early crop-tree release in northern hardwood stands : a review*. NJAF 8 : 111-115.

HEITZMAN, E. et R.D. NYLAND, 1994. *Influences of pin cherry (*Prunus pensylvanica *L. f.) on growth and development of young even-aged northern hardwoods*. Forest Ecology and Management 67 : 39-48.

JENSEN, V.S., 1935. *Suggestions for weeding in northern hardwoods*. USDA Forest Service, Northeastern Forest Exp. Station, Occasional Paper 3. 11 p.

LAMSON, N.I. et H.C. SMITH, 1987. *Precommercial treatments of 15- to 40-year old northern hardwood stands*. In : Managing Northern Hardwoods. Proceedings of a Silvicultural Symposium, 23-25 June 1986, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, New York. p. 160-175.

LEAK, W.B. et M.-L. SMITH, 1997. *Long-term species and structural changes after cleaning young even-aged northern hardwoods in New Hampshire, USA*. Forest Ecology and Management 95 : 11-20.

LEAK, W.B. et D.S. SOLOMON, 1998. *Long-term growth of crop trees after release in northern hardwoods*. NJAF 14 : 147-151.

LEAK, W.B., 1999. *Stand structure in evenaged northern hardwoods : development and silvicultural implications*. NJAF 16 : 115-119.

LEES, J.C., 1983. *Thinning tolerant hardwoods in Nova Scotia*. Canadian Forestry Service, Maritimes Region, Information Report M-X-152.

MARQUIS, D.A., 1969. *Thinning in young northern hardwoods : 5 – year results*. United States Dept. Agric., Forest Service, Northeastern For. Exp. Stn., Research Paper NE-139.

MCCAULEY, O.D. et D.A. MARQUIS, 1972. *Investment in precommercial thinning of northern hardwoods*. USDA Forest Service, Northeastern For. Exp. Station, Research Paper NE-245.

MILLER, G.M., 1999. *Effect of crown growing space on the development of young hardwood crop trees*. NJAF 17 : 25-35.

OUELLET, D.C. et R. ZARNOVICAN, 1988. *Cultural treatment of young yellow birch (*Betula alleghaniensis *Britton) stands : tree classification and stand structure*. Can. J. For. Res. 18 : 1581-1586.

OUELLET, D.C. et R. ZARNOVICAN, 1989. *La conduite de jeunes peuplements de bouleaux jaunes (*Betula alleghaniensis *Britton) : caractéristiques morphologiques*. Can. J. For. Res. 19 : 992-996.

OUELLET, E., L. ROBITAILLE, M. TANGUAY et M. BONSAINT, 1972. *Plan d'aménagement de la Station forestière de Duchesnay*. Rapport interne du Comité des stations forestières, ministère des Terres et Forêts du Québec.

POTHIER, D., 1996. *Accroissement d'une érablière à la suite de coupes d'éclaircies : résultats de 20 ans*. Can. J. For. Res. 26 : 543-549.

QUÉBEC, 1975. *Cahier de normes d'inventaire forestier*. Gouvernement du Québec, ministère des Terres et Forêts, Service de l'inventaire forestier, Direction générale des forêts.

ROBERGE, M.R., 1975. *Effect of thinning on the production of high-quality wood in a Quebec northern hardwood stand*. Can. J. For. Res. 5 : 139-145.

ROBERTS, M.R., 1992. *Stand development and overstory-understory interactions in an aspen-northern hardwoods stand*. Forest Ecology and Management 54 : 157-174.

ROBITAILLE, L., 1971. *Inventaire expérimental intensif des compartiments 3 et 4 de la Station forestière de Duchesnay*. Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec. Rapport interne n° 68, 78 p.

ROBITAILLE, L., G. SHEEDY et Y. RICHARD, 1990. *Effets de l'éclaircie précommerciale et de la fertilisation sur un gaulis de 10 ans à dominance de bouleau jaune*. Forestry Chronicle, vol. 66, 5 : 487-493.

ROWE, J.S. ,1972. *Forest regions of Canada*. Dept. of Environment, Can. For. Serv., Publication 1300, 172 p. + map.

STROEMPL, G., 1983. *Growth response of basswood and sugar maple to an intermediate cutting*. Min. Richesses naturelles de l'Ontario, Forest Research Report 107.

THIBAULT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional : 2e approximation*. Carte 1 : 1 250 000. Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de la recherche et Service de la cartographie.

TRIMBLE, G.R., Jr., 1971. *Early crop-tree release in even-aged stands of Appalachian hardwoods*. U.S. Dept. Agric., Forest Service, Northeastern For. Exp. Stn., Research Paper NE-203.

VOORHIS, N.G., 1990. *Precommercial crop-tree thinning in a mixed northern hardwood stand*. United States Dept. Agric., Forest Service, Northeastern For. Exp. Stn., Research Paper NE-640.

WILSON, R.W., 1953. *How second-growth northern hardwoods develop after thinning*. United States Dept. Agric., Forest Service, Northeastern For. Exp. Stn., Station Paper 62.

WOOD, J.E., F.W. VON ALTHEN et E.G. MITCHELL, 1996. *Crown release improves growth of 20-year-old* Betula alleghaniensis *in tolerant northern hardwood stands*. New Forests 12 : 87-99.

ZARNOVICAN, R., 1998. *Éclaircie précommerciale dans une jeune érablière à bouleau jaune : résultats après 10 ans*. Service can. des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Rapport d'information LAU-X-123.

2001-3032

ISBN 2-550-37034-1
Dépôt légal 2001
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© 2001 Gouvernement du Québec

Québec
Ministère des
Ressources naturelles